

**МІНСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Сумський державний університет**  
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій  
Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Віталій ІВАНОВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**на здобуття освітнього ступеня бакалавр**

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

освітньо-професійної програми «Технології машинобудування»

на тему: Проектування технологічного процесу виготовлення  
кришки піджимної А50.189.451.002

Здобувача групи ТМ–01-2 Бугайова Єгора Юрійовича

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Єгор БУГАЙОВ

Керівник ст. викл., канд. техн. наук, доцент Анна НЕШТА \_\_\_\_\_

Нормоконтролер доцент, канд. техн. наук, доцент Артем ЄВТУХОВ \_\_\_\_\_

## РЕФЕРАТ

Записка: 67 с., 12 рис., 10 табл., 14 літературних джерел.

Об'єкт роботи – деталь «Кришка піджимна», яка входить до складу редуктора.

Мета роботи – розроблення перспективного технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка піджимна».

У роботі розглянуто аналіз службового призначення виробу, машини, вузла та деталі. Виконано аналіз технічних вимог до деталі, аналіз її технологічності за кількісними та якісними показниками, а також визначено тип виробництва з короткою характеристикою. Також виконано аналіз схем базування деталі на механічних операціях згідно маршрутного технологічного процесу, підібрані верстати, верстатні пристрої, різальні та вимірювальні інструменти. Розраховані режими різання, виконані карти налагодження та розроблено верстатний пристрій для комплексної з ЧПК операції.

Виконаний розділ охорони праці, присвячений аналізу шкідливих умов праці.

Розроблено комплект технічної документації, креслення операційного налагодження та маршрутного технологічного процесу.

КРИШКА ПІДЖИМНА, РЕДУКТОР, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС,  
РЕЖИМИ РІЗАННЯ, БАЗУВАННЯ

## ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	5
1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.....	6
2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі .....	9
3 Визначення типу виробництва та форми його організації .....	11
4 Аналіз технологічності конструкції деталі.....	21
5 Вибір способу отримання заготовки і розроблення технічних вимог до неї.....	23
6 Аналіз технологічної операції існуючого чи типового технологічного процесу .....	26
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку .....	26
6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки .....	28
6.3 Обґрунтування вибору металорізального верстата .....	31
6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів .....	33
6.5 Визначення режимів різання.....	34
6.6. Технічне нормування операції.....	40
7 Проектування верстатного пристрою .....	47
Висновок .....	55
Перелік джерел посилання .....	56
Додаток А. Креслення деталі .....	58
Додаток Б. Результати розрахунку припусків.....	59
Додаток В. Специфікація до верстатного пристрою .....	60
Додаток Г. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях .....	62

					ТМ 22510132–00 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Проектування технологічного процесу виготовлення кришки піджимної А50.189.451.002	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.	Бугайов						4	68
Перевір.	Нешта					СумДУ, ТМ-01-2		
Реценз.								
Н. Контр.	Євтухов							
Затверд.	Іванов							

## ВСТУП

У сучасному машинобудуванні основним викликом є суперечність між необхідністю зменшення витрат часу на проектування та виготовлення виробів, конструкції яких постійно ускладнюються, за істотного збільшення їх номенклатури, оскільки сьогодні ринок потребує все більше й більше різновидів однотипної продукції при одночасному збільшенні коефіцієнта серійності до 10–40 і вище. За останні 15 років номенклатура машинобудівних виробів збільшилася майже у 2,5 рази, при одночасному підвищенні їх складності та зростанні вимог до їх точності й якості, що вимагає того, щоб металообробне обладнання та процеси були більш гнучкими з метою забезпечення конкурентоспроможності виробів, потреб ринку та скорочення витрат часу виходу продукції на ринок. У зв'язку з цим на сьогодні при виготовленні машинобудівної продукції істотно зростає питома вага багатоцільових верстатів у вигляді багатокоординатних обробних центрів із ЧПК, спрямованих на інтенсифікацію та автоматизацію виробництва, яка може значною мірою стримуватися при використанні на них конструктивно застарілих (негнучких) верстатних пристроїв, що потребує значно більшого допоміжного часу у разі зміни координат оброблюваних поверхонь.

Деталь «Кришка піджимна», застосовується у регульованому планетарному редукторі, який призначений для збільшення крутного моменту та зменшення кутової швидкості вихідного валу.

Таким чином, розроблення перспективного технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка піджимна» є актуальним завданням, адже збільшення продуктивності передбачає перехід до дрібносерійного типу виробництва, що наразі є основним типом виробництва в Україні, яке буде розвиватися і надалі.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

# 1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Деталь «Кришка піджимна» входить у вузол «Редуктор планетарний».

Мотор-редуктори планетарні одноступінчасті призначені для приводів перемішують, застосовуваних у хімічній, медичній, мікробіологічній та інших галузях промисловості. Вони можуть використовуватися так само для приводів машин загального призначення. Навантаження постійна і змінна одного напрямку і реверсивна. Детальна технічна характеристика моторредуктори приведена в рекламному буклеті виробника.

Умови застосування мотор-редукторів:

- робота з періодичними зупинками і тривала до 48 год. на добу;
- обертання валів в будь-яку сторону;
- частота обертання вхідного вала не більше 3000об / хв;
- атмосфера з підвищеною запиленістю, середа неагресивна;
- кліматичне виконання У категорії розміщення 2 і 3, кліматичне виконання Т категорія розміщення 2;
- температура навколишнього середовища від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Мотор-редуктори призначені для режиму роботи S1 по від мережі змінного струму з частотою 50 Гц і номінальними напругами.

Технічні характеристики мотор-редукторів:

- типорозмір - 10-7,34-3,0 / 130;
- редукція - 17,2;
- частота обертання вихідного вала, про хв - 102;
- крутний момент на вихідному валу, Нм - 315;
- електродвигун: марка - АІР114М2;  
потужність, кВт - 5,0;
- маса, кг - 140.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Корпус є основною деталлю редуктора і призначений для розміщення і базування в ньому сателітів а також виконує роль сонячної шестірні.

Принцип роботи планетарного редуктора полягає в наступному - механічна система, що складається з декількох планетарних зубчастих коліс (шестерень), обертаються навколо центральної, сонячної, шестерні. Зазвичай, планетарні шестерні фіксуються разом з допомогою водила. Планетарна передача може також включати додаткову зовнішню кільцеву шестерню, роль якої в нашому випадку виконує корпус редуктора, що має внутрішнє зачеплення з планетарними шестернями.

Основними елементами планетарної передачі є:

- Водило: жорстко фіксує один щодо одного осі декількох планетарних шестерень (сателітів) однакового розміру, що знаходяться в зачепленні з сонячною шестірнею;
- Кільцева шестерня (епіцикл): зовнішнє зубчасте колесо, що має внутрішній зачеплення з планетарними шестернями.

Однією з найбільш навантажених деталей, які піддаються інтенсивному зносу, є корпус редуктора. Корпус планетарного редуктора показаний на рис. 1.1.

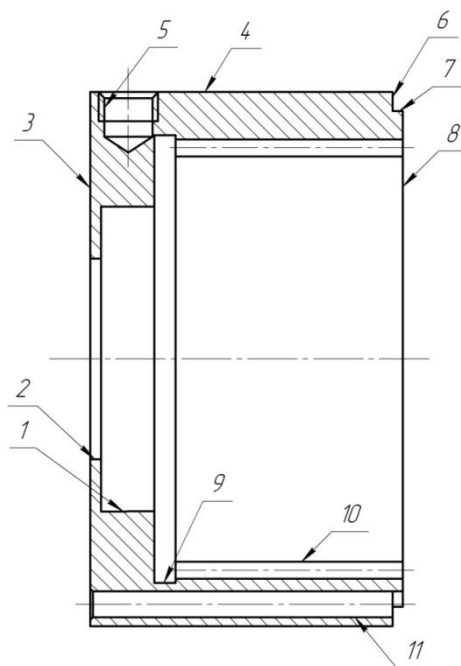


Рисунок 1.1 – Кришка піджимна

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Дана деталь має наступні поверхні:

10 - виконавча поверхню - зубчастий вінець, необхідний для передачі обертового моменту на сателіти;

1, 2, 3, 11 - основні базові поверхні, визначають положення корпусу в вузлі;

1, 5, 6, 7, 8 - допоміжні базові поверхні визначають положення деталей і вузлів, що приєднуються до корпусу;

4, 9 - вільні поверхні - дані поверхні не контактують з іншими вузлами і деталями.

Розглядаючи деталь у прийнятій загальній системі координат XYZ можна виділити основні конструкторські бази: торець (установча база), циліндрична поверхня (подвійна опорна база), отвір (опорна база).

Таблиця 1.2 – Таблиця відповідності

Зв'язок	Ступінь вільності	База
1, 2, 3	I, V, VI	Установча
4, 5	II, III	Подвійна опорна
6	IV	Опорна

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

$\begin{matrix} x,y,z \\ l,\alpha \end{matrix}$	X	Y	Z	База
$l$	0	0	1	Установча
$\alpha$	1	1	0	
$l$	1	1	0	Подвійна опорна
$\alpha$	0	0	0	
$l$	0	0	0	Опорна
$\alpha$	0	0	1	
$\Sigma$	2	2	2	6 степенів

Умови експлуатації.

Деталь «Кришка піджимна» при роботі в вузлі не відчуває ударні навантаження, які виникають у момент роботи. Навантаження сприймають усі поверхні висячі із зовні деталі.

Сама деталь і виріб при роботі створюють шум на рівні 40-50 Дб.

## 2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги (умови) на виготовлення деталі визначаються її службовим призначенням. На основі аналізу робочого креслення можна зробити висновок, що наявних проєкцій і перетинів досить, вони правильно розміщені згідно існуючих стандартів, на всіх поверхнях вказані вихідні дані: розміри, їх точність і шорсткість, проставлені потрібні технічні вимоги на виготовлення деталі.

Дана деталь виконана з матеріалу сталь 20Л. Хімічний склад, механічні та фізичні властивості сталі представлені в таблиці.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 20Л

Склад елементів, %				
вуглець	марганець	кремній	сіра	фосфор
			не більше	
1	2	3	4	5
0,15...0,25	0,15...0,30	0,15...0,30	0,020	0,030

Таблиця 2.2 - Механічні і фізичні властивості сталі 20Л

Механічні властивості				Фізичні властивості			
$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5, \%$	$a_n,$ кДж/м <sup>2</sup>	НВ	$\gamma, \text{г/см}^3$	$\lambda, \text{Вт/(м}\cdot\text{°C)}$	$\alpha \cdot 10^6, 1/\cdot\text{°}$
МПа							
1	2	3	4	5	6	7	8
245	412	25	520	163	7,82	78,5	11,1

До деталі пред'явлені наступні вимоги:

1. Точність відносного повороту плоских базуючих поверхонь. Відхилення від паралельності і перпендикулярності складають в цілому по деталі від 0,005 ... 0,02 мм.
2. Точність лінійних розмірів. Найбільш точний квалітет лінійних розмірів - 7.



3. Точність діаметральні розмірів і геометричної форми отворів. Найбільш точні отвори виконані по 7 квалітету.

4. Параметр шорсткості плоских базуючих поверхонь  $Ra = 2,5$  мкм, параметр шорсткості поверхонь отворів  $Ra = 1,25 \dots 2,5$  мкм.

5. Граничні відхилення кутів між осями отворів лежать в межах  $20' \dots 45'$ .

При проектуванні технологічного процесу виготовлення корпусу редуктора необхідно врахувати ті моменти в базовому технологічному процесі, які можна змінити під малосерійний тип виробництва.

Таким чином, при виготовленні деталі впровадження верстатів з ЧПУ дозволить зменшити допоміжний час на кожну операцію, зменшити розряд робочого-верстатника.

Використання інструменту, виготовленого з твердого сплаву, дозволить збільшити режими різання, а отже зменшити машинний час. Застосування інструменту з твёрдосплавними пластинами збільшить термін його використання.

Застосування спеціальних пристосувань на операціях зменшить час на базування і закріплення деталі, виключить похибка базування (при збігу вимірювальної і технологічних баз).

Можна зробити висновок, що застосування перерахованих вище введень приведе до зменшення собівартості деталі за рахунок зменшення витрат на заробітну плату робітників, на покупку інструменту, зменшення машинного і допоміжного часу.

Висновок: робота деталі здійснюється в статичних умовах навантажень при перепадах температури без впливу робочого середовища. При роботі деталь зазнає навантаження, що розтягують. Дана деталь передбачена для роботи в будь-якому положенні.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва – це сумарна характеристика технологічних, організаційних та економічних особливостей машинобудівного виробництва, обумовлена його спеціалізацією, обсягом і сталістю номенклатури виробів, а також формою руху виробів по робочих місцях.

Тип виробництва визначається коефіцієнтом закріплення операцій  $K_{з.о}$ , який дорівнює відношенню всіх різних операцій, виконуваних підрозділом протягом місяця, до числа робочих місць.

Виконаємо розрахунок  $K_{з.о}$  за [3] з урахуванням таких вихідних даних:

- річний обсяг випуску деталей –  $N_p = 500$  шт.;
- усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання –  $\eta_{з.н} = 0,75$ ;
- кількість механічних операцій базового технологічного процесу – 10;
- штучний час обробки деталі за операціями  $T_{шт}$  – беремо відповідно до норм за базовим технологічним процесом (див. табл. 3.1);
- режим роботи підприємства – у 2 зміни;
- дійсний річний фонд часу роботи обладнання –  $F_d = 4015$  год.

Коефіцієнт закріплення операцій розраховується за формулою:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} \quad (3.1)$$

де  $O$  – кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці;

$P$  – кількість робочих на кожній операції.

Виконаємо розрахунок необхідної кількості обладнання за формулою:

$$m_p = \frac{N_{год} \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}} \quad (3.2)$$

де  $\eta_{з.н}$  – усереднене значення нормативного коефіцієнта завантаження обладнання за [4],  $\eta_{з.н} = 0,75$ .

Таблиця 3.1 – Визначення типу виробництва

№ оп.	Найменування операції	$T_{шт, хв}$	$m_p$	P	$\eta_{з.ф}$	O
030	Токарно – гвинторізна	4,11	0,02	1	0,02	10,12
045	Токарно – гвинторізна	11,2	0,05	1	0,05	27,31
050	Вертикально-фрезерна	14,22	0,06	1	0,06	31,31
065	Зубодовбальна	17,6	0,04	1	0,04	7,85
070	Плоскошліфувальна	7,5	0,03	1	0,03	6,34
Сума:				5		151,3

Кількість робочих на кожній операції обираємо: 1 особа.

Фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця по кожній операції визначимо за формулою:

$$\eta_{з.ф.} = m_p / P \quad (3.3)$$

Кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці, визначимо за формулою:

$$O = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф.} \quad (3.4)$$

В результаті коефіцієнт закріплення операцій за формулою (3.1) дорівнюватиме:

$$K_{з.о.} = \frac{151,3}{5} = 30,2$$

Таким чином умова ( $20 < K_{з.о.} < 40$ ) виконується, що відповідає дрібносерійному типу виробництва.

Визначимо кількість деталей в партії для одночасного запуску у виробництво за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \quad (3.5)$$

де  $N$  – річна програма, шт.;

$a$  – періодичність запуску в днях (рекомендовано періодичність 3, 6, 12, 24 дні).

Призначаємо 6 днів.

$$n = \frac{500 \cdot 12}{254} = 38 \approx 38 \text{ шт}$$

Аналізуючи програму випуску деталей на рік ( $N_p = 500$  шт.) визначимо, що тип виробництва – дрібносерійний.

При дрібносерійному виробництві вироби виготовляють періодично повторюваними партіями або серіями, і порівняно великим обсягом випуску ніж в одиничному типі виробництва.

Цій формі організації робіт характерні особливості, а саме заготовки обробляються невеликими партіями, заготовки - в основному кування і лиття в піщано-глинисті форми (рідко точне лиття і штампування). Устаткування використовується універсальне і спеціалізоване. В основному використовують універсальні верстати, також широко використовуються верстати з ЧПК. Устаткування розставляються по технологічним групам. Різальний та вимірювальний інструмент застосовують як стандартний, так і спеціальний.

У дрібносерійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, розподілений на окремі операції, які закріплені за окремими верстатами [7].

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

## 4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Відпрацювання конструкції на технологічність – це комплекс заходів щодо забезпечення необхідного рівня технологічності конструкції виробу за встановленим показником. Вона спрямована на підвищення продуктивності праці, зниження витрат і скорочення часу на виготовлення при забезпеченні необхідного нею якості.

Технологічний аналіз конструкції забезпечує поліпшення техніко-економічних показників розробляється технологічного процесу. Тому технологічний аналіз - один з найважливіших етапів технологічної розробки, в тому числі і курсового проектування.

Основні завдання, які вирішуються при аналізі технологічності конструкції оброблюваної деталі, зводяться до можливого зменшення трудомісткості і металлоємності, можливості обробки деталі високопродуктивними методами. Таким чином, поліпшення технологічності конструкції дозволяє знизити собівартість її виготовлення без шкоди для службового призначення.

Оцінюючи жорсткість деталі приходимо до висновку, що вона досить жорстка (відношення довжини деталі до її діаметру менше 1).

Розглянувши конструкцію деталі можна сказати, що деякі конструктивно елементи корпусу не технологічні. Це полягає в:

- Обробка поверхні 214 по квалітету h12. Дану поверхню не рекомендується виготовляти з такою точністю, тому що ця поверхня є вільною і Не треба такої точності, а обробка по 12 квалітету збільшує час обробки і витрата інструменту.

- Обробка канавки під вихід довбняка викликає труднощі в зв'язку з тим, що дана канавка розточується на глибині 83 мм і одночасно підрізає торець, що вимагає застосування спеціального інструменту;

Аналізуючи форму поверхонь деталі з точки зору високопродуктивного обладнання можна виділити, що основна маса оброблюваних поверхонь є простими (плоскими, циліндричними), що полегшує обробку деталі, так як так як

точність і стабільність обробки значною мірою визначається простотою і доступністю конструктивних форм. Оцінюючи відкритість поверхонь точки зору зручності базування і закріплення можна сказати, що поверхні в цілому добре розвинені, доступ ріжучого інструменту незатруднений.

Шорсткість деяких поверхонь деталі становить 1,6 мкм за критерієм Ra, що вимагає застосування ріжучого інструменту, до якого пред'являється високі точності вимоги. У конструкції деталі є глухі отвори, що також є нетехнологічним елементом, так як для їх отримання необхідно витримувати глибину обробки.

Висока точність отворів 1 і 2 також є нетехнологічною, так як для отримання такої точності необхідно використовувати кілька ріжучих інструментів, а це призводить до підвищення трудомісткості виготовлення і, відповідно, до збільшення собівартості деталі.

Вимоги до допускам паралельності, радіального і торцевого биття досить великі, що веде до необхідності виконання плоскошліфувальної операції, що в свою чергу, призводить до збільшення витрат на обслуговування, підналадку, ремонт дорогого обладнання, підвищення собівартості деталі.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

## 5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ І РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Основною умовою раціональної технології виготовлення правильної заготівлі є максимальне наближення типу форми і розмірів заготівлі до форми готової деталі. Через це тому проектування заготівлі є одним з найважливіших етапів побудови типового технологічного процесу. Заводський метод отримання заготівлі, що береться на заводі використовувати не доцільно, оскільки дуже багато металу йде в стружку ( $K_3=0,3$ ), адже заводська заготівля не передбачує наявності центрального отвору.

Основною умовою раціональної технології є максимальне приближення форми заготовок до форм готових деталей. Вибір заготовки в багатьох випадках визначає технологію виготовлення деталі.

Заводський метод отримання заготовки визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технологічними вимогами, масштабом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення.

У базовому технологічному процесі заготовка виходить литтям в піщано-глинистий форму. Можуть бути різні способи лиття сталі 20Л, наприклад лиття в піщано-глинисті форми і лиття в кокіль.

Лиття в піщано-глинисті форми найбільш універсальний і поширений спосіб виготовлення заготовок. Він використовується в серійному, одиничному і навіть в масовому виробництвах. Литтям в піщані форми зазвичай виготовляють великі і середні заготовки простої та складної форми.

Механізована і автоматизована машинна формування опок, вибивка моделей з форм, фарбування, сушка і транспортування робить можливим використання даного методу лиття в великосерійному і масовому виробництвах.

Використання роботизованих і автоматизованих ліній з програмним управлінням забезпечує високу якість заготовок, поліпшення умов роботи і високу продуктивність праці.

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Матеріал для виготовлення металевих форм вибирають в залежності від матеріалу вилівка, умов його якості, програми випуску заготовок. Скрін з програми вибору заготовок наведено далі по тексту.:

Визначаємо собівартість заготівки, що виготовляється литтям у кокіль за формулою:

$$S_{\text{заг}} = (S_M * M_3 * K_c * K_B * K_M * K_{\Pi}) - (M_3 - M_D) * S_{\text{відх}} \quad (5.1)$$

де  $S_M$  – базова вартість 1 кг заготівки,  $S_M = 200$  грн./кг;

$S_{\text{відх}}$  – вартість відходів,  $S_{\text{відх}} = 8$  грн/кг;

$K_T$  – коефіцієнт, що залежить від точності;  $K_T = 1,0$ ;

$K_c$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності  $K_c = 0,8$ ;

$K_B$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу  $K_B = 1,1$ ;

$K_M$  – коефіцієнт, що залежить від маси заготівки,  $K_M = 0,85$ ;

$K_{\Pi}$  – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготівки,  $K_{\Pi} = 1,0$ ;

Таким чином,

$$S_{\text{заг}} = (200 * 25,2 * 1 * 0,8 * 1,1 * 0,85 * 1) - (25,2 - 14,5) * 8 = 1245 \text{ грн.}$$

І для порівняння порахуємо собівартість заготівки, що виготовляється литтям у піщані форми.

Визначаємо собівартість заготівки на молоті за формулою 5.1, де:

де  $S_M$  – базова вартість 1 кг заготівки,  $S_M = 150$  грн./кг;

$S_{\text{відх}}$  – вартість відходів,  $S_{\text{відх}} = 8$  грн/кг;

$K_T$  – коефіцієнт, що залежить від точності;  $K_T = 1,0$ ;

$K_c$  – коефіцієнт, що залежить від групи складності  $K_c = 0,8$ ;

$K_B$  – коефіцієнт, що залежить від марки матеріалу  $K_B = 1,1$ ;

$K_M$  – коефіцієнт, що залежить від маси заготівки,  $K_M = 0,85$ ;

$K_{\Pi}$  – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва заготівки,  $K_{\Pi} = 1,0$ ;



$$S_{\text{заг}} = (150 * 30,8 * 1 * 0,8 * 1,1 * 0,85 * 1) - (30,8 - 14,5) * 8 = 1201 \text{ грн.}$$

Таким чином бачимо, що  $K_{M1} > K_{M2}$ ,  $S_{\text{заг1}} < S_{\text{заг2}}$ .

Розрахунки показують, що в даних умовах дрібносерійного виробництва найбільш вигідним буде використання виливки в піщано-глинисті форми в якості вихідної заготовки.

Призначаємо технічні вимоги на виготовлення заготовки:

1. Точність виливка 11-9-15-10см 6,4.
2. Невказані лінійні радіуси 2...4 мм; лінійні ухили 2...3°.
3. Невказані граничні відхилення розмірів: лінійних  $\pm 1$  мм, кутових  $\pm 2^\circ$ .
4. На оброблювальні поверхні допускаються наявні лінійні дефекти в межах 2/3 припуску на механічну обробку.
5. Шорсткість поверхонь виливка Rz80.

Ескіз заготовки представлено на рис. 5.1.

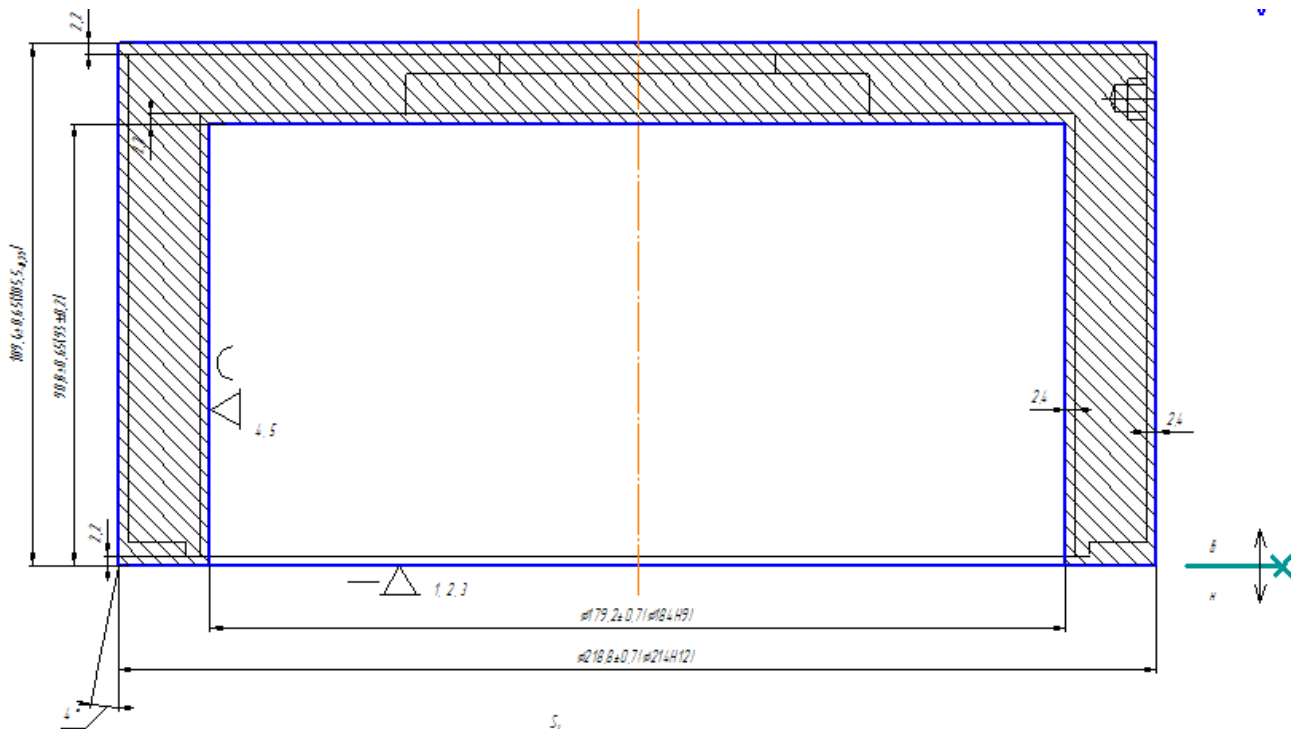


Рисунок 5.1 – Ескіз заготовки

									Лист
									25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 6 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ ІСНУЮЧОГО ЧИ ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Виконаємо розрахунок припусків та знайдемо розміри на обробку циліндричної поверхні  $\varnothing 76H7$  мм по принципу професора Кована В.М.

Розрахунок проведений на ЕОМ та показаний в додатку Б.

Розрахункова формула для знаходження припуску зовнішньої циліндричної поверхні має вигляд:

$$2z_{\min} = 2(R_{z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (6.1)$$

де  $R_{z_{i-1}}$  – величина мікронерівностей поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$T_{i-1}$  – глибина дефектного шару поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$\rho_{i-1}$  - величина просторового відхилення форми поверхні отриманої на попередній операції (переході);

$\varepsilon_i$  - похибка на виконуваний операції (переході).

Перераховані показники є величинами табличними окрім  $\rho_{i-1}$ , яка розраховується як  $\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{экс}^2 + \rho_{см}^2} = 1200$  мкм, а  $\rho_{i-1}$  знаходиться в відсотковому відношенні від  $\rho_{заг}$  тоді  $\rho_{черн} = \rho_{заг} k_y$ , де  $k_y = 0,04-0,06$ , в залежності від переходу. Знайдемо для кожного з переходів:

$$\rho_{чер} = 1200 \cdot 0,06 = 72 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{н/ч} = 1200 \cdot 0,05 = 60 \text{ мкм.}$$

Вихідні данні для розрахунку припусків на ЕОМ приведені в таблиці 6.1, а самі результати розрахунку у додатку Б.

						ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			26

Таблиця 6.1 – Вихідні данні

Найменування переходу	Точність	Граничні відхилення	T, мм	Елементи припуску, мкм				
				R <sub>zi-1</sub>	h <sub>i-1</sub>	ρ <sub>i-1</sub>	ε <sub>v</sub> , мкм	
							ε <sub>б</sub> , мкм	ε <sub>з</sub> , мкм
-	T4 ГОСТ 7505-89	+2,7 -1,3	4	200	250	1200	1000	800
Розточування чорнове	H14	+0,74	0,74	40	50	72	100	200
Розточування напівчистове	H9	+0,074	0,074	20	20	60	0	0
Розточування чистове	H7	+0,03	0,03	-	-	-	-	-

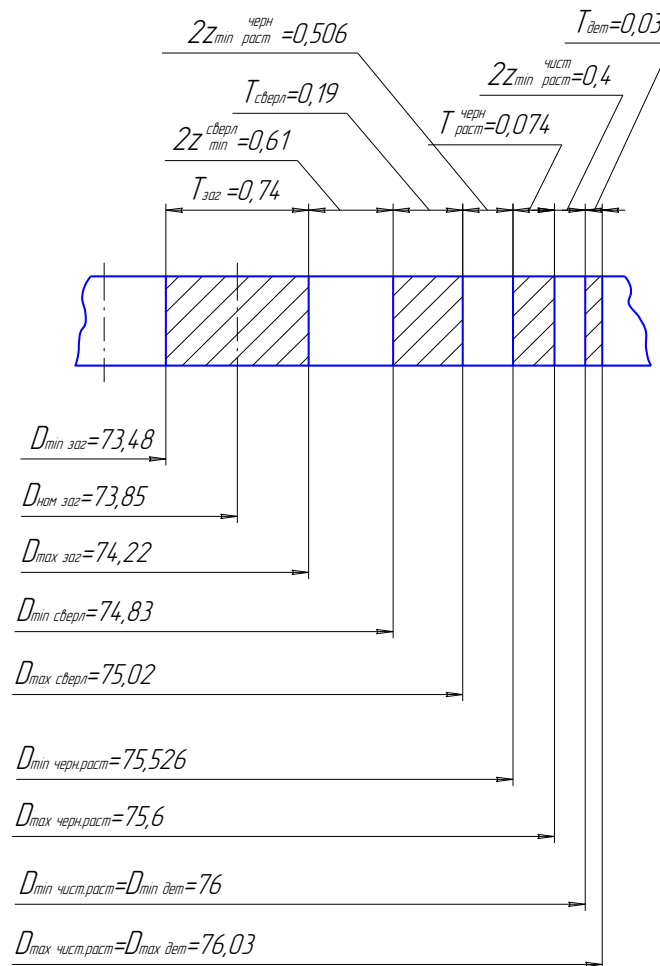


Рисунок 6.1 – Схема розміщення припусків на обробку діаметрального розміру  $\varnothing 76H7$  мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

## 6.2 Аналіз та обґрунтування схем базування й закріплення заготовки

Для виконання цього пункту в якості технологічної операції були прийняті операції: токарна з ЧПК та комплексна з ЧПК.

Для двох аналізованих операцій розглянемо дві різних схеми базування для отримання точності лінійних розмірів. Точність діаметральних розмірів буде досягатися за рахунок точності позиціонування робочих елементів верстата.

Схеми базування заготовки на токарній з ЧПК операції приведені на рис. 6.2-6.3. В обох аналізованих випадках використовуємо трьохкулачковий патрон для базування, адже деталі типу диски та фланці так і базуються. Але для базування будемо обирати різні поверхні на першому установі, так як на другому не маємо можливості закріпити заготовку інакше. При цьому виникають установча база на торці та подвійна опорна на циліндричній поверхні, проте похибка базування буде різною.

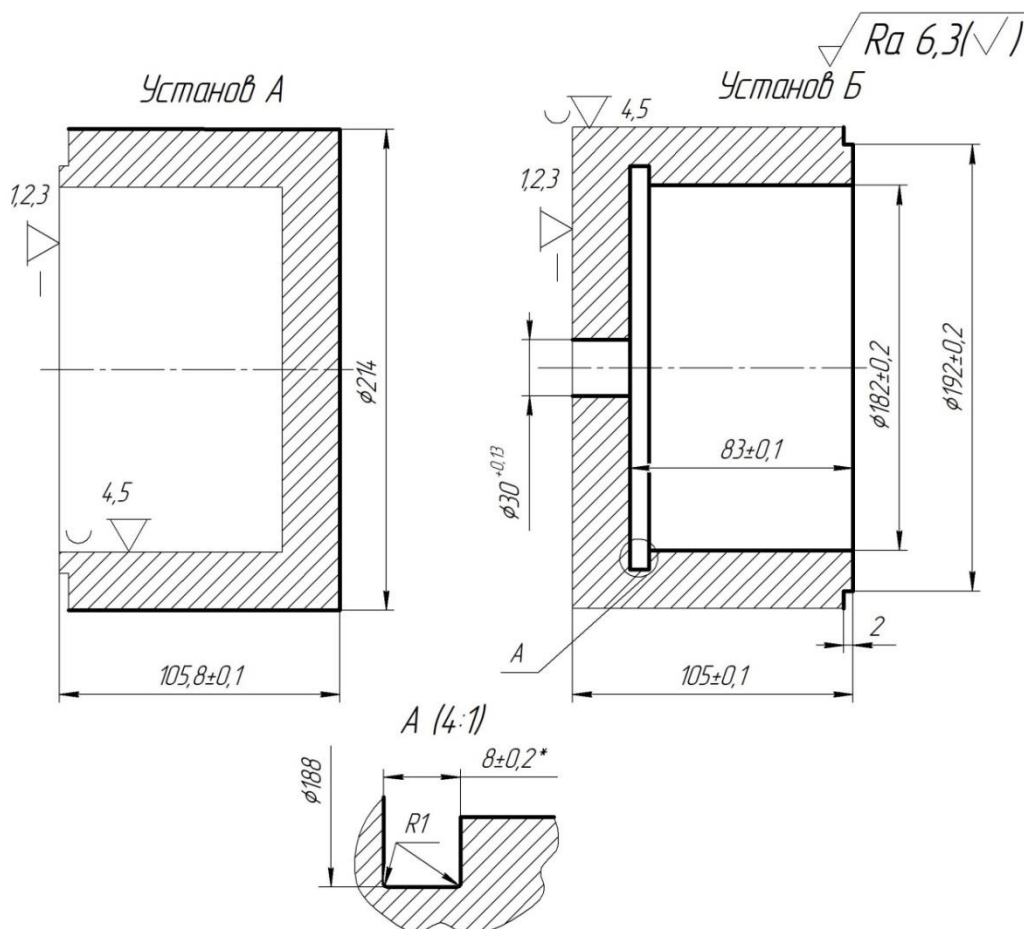


Рисунок 6.2 – Схема базування (варіант 1)

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



Операція комплексна з ЧПК.

Для базування і закріплення заготовки застосовується спеціальне пристосування, яке встановлюється на столі верстата. На даному малюнку представлена принципова схема пристосування. Більш детально пристосування розглянуто далі.

Установка плоскою поверхнею заготовки в пристосуванні позбавляє заготовку трьох ступенів свободи (одного переміщення і двох обертань) - реалізує установчу базу. Центрування заготовки на пристосуванні по діаметру 182 реалізує подвійну опорну базу (позбавляє двох переміщень).

Дана схема базування дозволяє провести обробку заготовки на одному установі, на відміну від базування в трикулачні патроні, де обробка проводиться на декількох установках, що дозволяє знизити похибка установки заготовки або пристосування на столі верстата. Дана схема не забезпечує принцип суміщення баз, тобто є в наявності похибка базування. Тому для зменшення похибки обробки на деякі розміри посилюємо допуск:  $93+0,05$  замість  $93+0,2$ ,  $105\ h11\ (-0,22)$  замість  $105\ h12\ (-0,35)$ . Це доцільно, так як ці розміри пов'язують технологічну і вимірювальні бази (похибка базування дорівнює допуску на розмір, який з'єднує технологічну і вимірювальну бази).

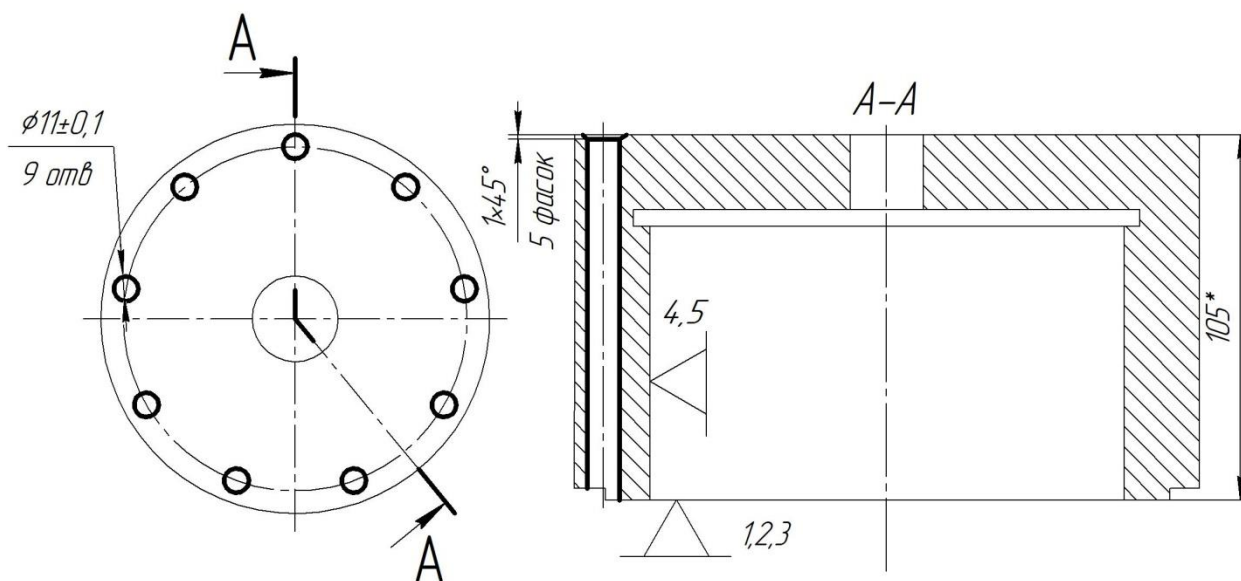


Рисунок 6.4 – Схема базування на комплексній з ЧПК операції (варіант 1)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 22510132–00 ПЗ

Лист

30



Таблиця 6.5 – Технічна характеристика верстата моделі HAAS ST-10

Параметри	Чисельні дані
Найбільший діаметр обробленої заготовки, мм:	
- над передньою захисною стінкою	650
- над супортом	290
Найбільший діаметр прутка, що проходить через отвір шпинделю, мм	58
Найбільша довжина обробленої заготовки, мм	1262
Частота обертання шпинделю, об/хв	0-3000
Кількість швидкостей шпинделю	б/р
Подача супорта, мм/хв:	
- повздовжня	14 м / хв
- поперечна	14 м / хв
Кількість ступенів подач (регулювання без сходинок)	б/р
Потужність електричного двигуна головного привода, кВт	18
Габаритні розміри l x b x h, мм	3089x2405x2320
Маса, кг	6268

Для операції комплексної з ЧПК пропонуємо використовувати металорізальний верстат моделі FADAL 2216FX.

Верстати типу FADAL 2216FX призначені для ведення чорнової та чистової обробки плоских циліндричних, кільцевих поверхонь торцевими, кінцевими та спеціальними фрезами, а також свердління отворів.

Технічна характеристика верстата:

Розміри робочої поверхні столу, мм 1000x600;

Виліт шпинделя, мм 200

Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 700

Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 850

Найбільше переміщення столу:

						ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			32



- Поздовжнє, мм 800

- Поперечне, мм 450

Частота обертання шпинделя (безступінчасте через 1), об / хв 1 - 4000

Дискретність відліку координат по осях, мм 0,001

Точність установки координат, мм 0,01

Число Т-подібних пазів 3

Ширина паза, мм 18

Конус шпинделя ISO40

Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт 8,5

Габаритні розміри, мм 2810x1610x2173

Маса, кг 3820.

#### 6.4 Обґрунтування вибору верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

Вибір затискних пристроїв проводиться виходячи з типу виробництва та конфігурації поверхонь заготовлі. При виборі різального інструмента необхідно звернути увагу на матеріал різальної частини, геометрію, їх габарити.

##### Операції - Токарна з ЧПК

– Для установки та закріплення деталі «Вал» як пристосування використовуємо універсальне пристосування - трикулачковий самоцентруючий патрон 7102-0002 ДСТУ 2571-2011. Цей патрон забезпечує можливість закріплення заготовок, що мають можливість закріплення заготовок. Наявність упору забезпечує базування заготовки торцем. Так як жорсткість валу недостатня через порівняно велику її довжину, то з метою уникнення прогину, вібрацій і пружних деформацій при обробці, що знижує якість обробленої поверхонь.\

Різець PERBR2525L12 T5K10 ГОСТ 9795 (чорнові ходи, правий):

Р – тип механічного кріплення пластини – підтиск важелем через отвір для пластинок з отвором;

Е – форма пластини ромбічна з кутом при вершині 75°;

						Лист
					ТМ 22510132–00 ПЗ	33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

R – головний кут в плані 75°,

B – задній кут 5°;

R – виконання - праве,

2525 – переріз державки 25x25 мм,

L – довжина різця - 140 мм,

12 – довжина ріжучої кромки - 12 мм.

Контурний правий різець з пластиною з твердого сплаву Т5К10 – для чорнового точіння;

Різець 2141-0008 Т5К10 ГОСТ 18883 (розточний різець для глухих отворів з пластиною з твердого сплаву Т5К10 - для чорнового точіння);

Для вимірювання розмірів обираємо штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1, ШЦ-II-500-0,1 ДСТУ 166-2009.

Вибір оснащення та інструментів на комплексну з ЧПК операцію.

Для установки і закріплення деталі на операції доцільно буде використати спеціальний пристрій, що дозволить підвищити доступність до поверхонь та режими різання.

У якості різального інструменту приймаємо свердло 2301-0398 Р6М5 ДСТУ 2092-2011 – спіральне свердло  $\varnothing 11$  з конічним хвостовиком, конус Морзе 2, застосовується для свердління отвору, що для сучасного верстата допоможе збільшити швидкість різання і продуктивність, що в кінцевому результаті вийде дешевше.

Для контролю діаметру і положення отворів приймається штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ДСТУ166-2009.

### 6.5 Визначення режимів різання

Розрахунок режимів різання для обточування зовнішньої поверхні однією переході ведемо розрахунково-аналітичним способом [7]. Режими різання інших переходах визначаємо табличним шляхом за нормативами.

Режими різання аналітичним способом для операції токарна з ЧПК.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Дано:  $D = 217$  мм,  $d = 214$  мм,  $L = 106$  мм, матеріал – 20Л, ріжучий інструмент із матеріалу Т5К10.

Глибина різання, мм:

$$t = \frac{D-d}{2}, \quad (6.1)$$

де  $D$  – діаметр заготовки до обробки,  $D = 217$  мм;

$d$  – діаметр деталі після обробки,  $d = 214$  мм.

Тоді  $t = \frac{217-214}{2} = 1,5$  мм, що можна зняти за один прохід.

Вибираємо подачу по [5]:  $S_m = S_o = 0,1$  мм/об.

Розраховуємо швидкість різання за емпіричною формулою згідно [5], м/хв:

$$V = \frac{C_V}{T^m x S^y} K_V, \quad (6.2)$$

де  $T$  – стійкість інструменту, хв; згідно [5]:  $T = 60$  хв;

Коефіцієнти для даної формули рівні згідно [5]:  $C_V = 180$ ,  $x = 0,17$ ,  $y = 0,25$ ,  
 $m = 0,12$ ;

$K_V$  – загальний поправочний коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою:

$$K_V = K_{MV} K_{IV} K_{IV}, \quad (6.3)$$

де  $K_{MV}$  – коефіцієнт що враховує якість оброблюваного матеріалу і визначається за формулою згідно [5]:

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_V}, \quad (6.4)$$

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

де  $\sigma_B = 620$  МПа - межа міцності оброблюваного матеріалу, сталь 20Л;

$K_\Gamma$  - характеризує групу сталі за оброблюваністю,  $K_\Gamma = 0,9$ , сталь хромиста, ЛІТТЄВА;

$n_v$  - показник ступеня,  $n_v = 1$ .

Отже:

$$K_{MV} = 0,9 \cdot \left(\frac{750}{620}\right)^{1,0} = 1,05$$

$K_{пв}$  - враховує стан поверхні заготовки,  $K_{пв} = 1,0$ , без кірки [5];

$K_{ив}$  - враховує матеріал інструменту,  $K_{ив} = 1,2$ , Т5К10 [5].

Таким чином:

$$K_V = 1,12 \cdot 1,2 \cdot 1 = 1,32.$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{175}{60^{0,2} \cdot 1,5^{0,15} \cdot 0,2^{0,2}} \cdot 1,32 = 93,7 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання шпинделя за формулою, об / хв:

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (6.5)$$

$$n_p = \frac{1000 \cdot 93,7}{\pi \cdot 214} = 178,2 \text{ об/хв.}$$

Тому приймаємо  $n = 178$  об/хв.

Так як верстат на якому ведеться обробка має безступінчасте регулювання, то можемо не корегувати оберти і відповідно фактична швидкість різання буде дорівнювати розрахунковій.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Визначимо хвилинну подачу по формулі, мм / хв:

$$S_M = S_O n. \quad (6.6)$$

$$S_M = 0,1 \cdot 178 = 17,8 \text{ мм/хв.}$$

Розрахуємо силу різання. Основною складовою сили різання є тангенціальна складова, значення якої знаходимо за формулою згідно [5]:

$$P_z = 10 C_{pl}^x S^y V^n K_{MP}. \quad (6.7)$$

Коефіцієнти для даної формули визначаються згідно [5]:  $C_p = 340$ ,  $x = 0,9$ ,  $y = 0,3$ ,  $n = -0,15$ .

Поправочний коефіцієнт  $K_{MP}$  враховує вплив якості оброблюваного матеріалу визначаємо за формулою [5]:

$$K_{MP} = \left( \frac{\sigma_6}{750} \right)^n, \quad (6.8)$$

$$K_{MP} = \left( \frac{620}{750} \right)^{0,9} = 0,88.$$

Тангенціальна сила різання дорівнює:

$$P_z = 10 \cdot 340 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 93,7^{-0,1} \cdot 0,88 = 542 \text{ Н.}$$

Визначаємо ефективну потужність різання за формулою [5], кВт:

$$N = \frac{P_z V}{60 \cdot 1020}. \quad (6.9)$$

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

$$N = \frac{542 \cdot 93,7}{60 \cdot 1020} = 4,35 \text{ кВт.}$$

Для можливості реалізації різання на верстаті повинно виконуватися умова:

$$N_p < N_d \cdot \eta, \quad (6.10)$$

де  $N_d$  - потужність двигунів верстата, 15 кВт;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії верстата, 0,8.

Перевіряємо умову:

$$N_d \cdot \eta = 15 \cdot 0,8 = 12,6 \text{ кВт.}$$

Дані розрахунків режимів різання та основного часу по даній операції зводимо в таблицю 6.1.

Операція комплексна з ЧПК.

Розрахуємо аналітичним методом свердління отвору  $\varnothing 11$  на прохід на операції. Глибина різання  $t=5,5$  мм.

Подача  $S = 0,18$  мм/об (з урахуванням поправочних коефіцієнтів) [8].

Швидкість різання при свердлінні:

$$V = \frac{c_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v \quad (6.13)$$

Обираємо коефіцієнти швидкості різання за рекомендаціями і вказівками [5]:  $c_v = 7,0$ ,  $g = 0,4$ ,  $y = 0,7$   $m = 0,2$  – коефіцієнти і показники у формулі швидкості різання;

$K_v$  – загальний поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови обробки, що за формулою 6.4.

$$K_v = 1,16 \cdot 1 \cdot 1 = 1,16.$$

Визначаємо швидкість різання за формулою 6.13:

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V = \frac{7,0 \cdot 22^{0,4}}{40^{0,2} \cdot 0,18^{0,7}} 0,64 = 24,4 \text{ м/хв.}$$

Розраховуємо частоту обертання шпинделя для забезпечення допустимої швидкості різання за формулою 6.9:

$$n = \frac{1000 \cdot 24,4}{3,14 \cdot 22} = 353 \frac{\text{об}}{\text{хв.}}$$

Подачу  $S = 0,18$  мм/об і частоту обертання шпинделя  $n = 353$  об/хв не округляем до паспортних даних.

Визначаємо крутний момент за формулою:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p \quad (6.15)$$

Обираємо коефіцієнти сили різання за рекомендаціями і вказівками [5]:

$C_M = 0,0345$ ,  $q = 2,0$ ,  $y = 0,7$  – коефіцієнти у формулі сили різання [4];

$K_p$  – поправочний коефіцієнт що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу на силові залежності, розраховується за формулою [4].

Визначаємо момент за формулою 6.15:

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 22^{2,0} \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1,1 = 56,1 \text{ Н·м.}$$

Визначаємо осьову силу за формулою:

$$P_o = C_p D^q S^y K_p \quad (6.18)$$

де  $C_p = 68$ ,  $q = 1,0$ ,  $y = 0,7$  – коефіцієнти і показники у формулі сили різання [4].

З урахуванням поправочних коефіцієнтів осьова сила буде дорівнює, Н:

$$P_o = 68 \cdot 22^1 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 1,1 = 45 \text{ Н.}$$

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Визначаємо основний час  $T_0$  за формулою 6.7:

$$T_0 = \frac{110}{353 \cdot 0,18} = 1,1 \text{ хв.}$$

Довжина робочого ходу інструмента:  $L = 110 \text{ мм.}$

Таблиця 6.1 – Режими різання

Поверхня	t, мм	i	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв	T <sub>0</sub> , хв
020 Токарна з ЧПК						
Точити ø253	1,5	1	0,35	119,2	150	3,3
Торець 117	1,5	1	0,35	119,2	150	2,2
Точити ø323	1,5	2	0,35	131,8	100	3,5
Торець 52	1	1	0,35	121,7	120	1,1
Разточити ø182	1	2	0,35	130,6	200	2,4
$\sum T_0$						12,5
045 Комплексна з ЧПК						
Центрувати ø11	2	11	0,14	15,1	600	0,05x11
Свердлити ø11	5,5	1	0,18	24,4	353	1,1x11
Зенкувати фаски	1	1	0,2	20,1	200	0,5x11
$\sum T_0$						25,6

### 6.6. Технічне нормування операції

Технічне нормування операції – токарна з ЧПК провадимо згідно з відомими формулами розрахунку основного часу та вибору з відповідної літератури норм допоміжного часу.

Дані про режими різання беремо із попереднього пункту.

Норма часу на виконання операції на верстаті з ЧПК під час роботи на одному верстаті визначається за формулою згідно з [7].

Визначаємо допоміжний час, для операції, за формулою:

$$T_d = T_{уст} + T_{уп} + T_{вим}, \quad (6.16)$$



де  $T_{уст} = 1,5$  хв - час на установку і зняття заготовки [5];

$T_{уп} = 1,2$  - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{вим} = 0,7$  хв - час на вимірювання [5].

$$T_d = 1,5 + 1,2 + 0,7 = 3,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_d, \quad (6.17)$$

$$T_{оп} = 3,63 + 3,4 = 7,03 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{доп} = T_{оп} 4\% = 7,03 \cdot 0,04 = 0,36 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_v. \quad (6.18)$$

$$T_{шт} = 7,03 + 0,36 = 7,39 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/N, \quad (6.19)$$

де  $T_{пз} = 30$  хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою, кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 34$  шт. - кількість деталей у партії.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$T_{\text{шт-к}} = 7,39 + 30/34 = 8,14 \text{ хв.}$$

Визначаємо допоміжний час, для операції комплексна з ЧПК, за формулою:

де  $T_{\text{уст}} = 2,1$  хв - час на установку і зняття заготовки (на один установ) [5];

$T_{\text{уп}} = 1,8$  - допоміжний час з управління верстата [5];

$T_{\text{вим}} = 1,5$  хв - час на вимірювання [5].

$$T_{\text{д}} = 2,1 + 1,8 + 1,5 = 5,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо оперативний час за формулою:

$$T_{\text{оп}} = 5,4 + 1,2 = 6,4 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час, який складається з часу на обслуговування та часу на відпочинок і визначається у відсотках від оперативного часу [5]:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{оп}} \cdot 4\% = 6,4 \cdot 0,04 = 0,24 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучний час за формулою:

$$T_{\text{шт}} = 6,4 + 0,24 = 6,64 \text{ хв.}$$

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

де  $T_{\text{п.з}} = 30$  хв - підготовчо-заклучний час, що складається з часу: отримання креслення і наряду, ознайомлення з роботою та кресленням, інструктаж майстра, настроювання пристрою подачі ЗОР;

$N = 82$  шт. - кількість деталей у партії.

$$T_{\text{шт-к}} = 6,64 + 30/82 = 7,02 \text{ хв.}$$

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

## 7 ПРОЄКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

У базовому технологічному процесі деталь точиться на старому універсальному обладнанні. Для вдосконалення та зниження собівартості деталі обробку будемо проводити на новому устаткуванні із застосуванням пристосування з пневмопривідним. Ескіз на операцію приведений у попередньому пункті (рис. 6.3).

Точність розмірів, що витримуються на операції

З усього комплексу поверхонь, що утворюють заготовку, на головну базову поверхню може претендувати торець деталі (214 h12). На її користь говорять такі аргументи:

- найбільш розвинена;
- шорсткість її поверхні  $Ra = 2,5$  мкм;

Дана поверхня, будучи прийнятої в якості головної базової, позбавляє заготовку трьох ступенів свободи, тобто є настановної базою.

Вибір направляючої бази.

В якості направляючої бази можна вибрати як зовнішню циліндричну (214 h12), так і внутрішню циліндричну (182).

Вона буде позбавляти двох ступенів свободи.

Аналіз базових поверхонь.

Конструкція пристосування буде припускати базування заготовки по торця і по внутрішній циліндричній поверхні  $\text{Ø}255\text{H}7$ .

Згідно креслення отвір  $\text{Ø}255$  обробляється по IT7.Согласно [10] знаходимо значення допуску:  $T_{\text{Ø}255} = 63$  мкм.

Це означає, що діаметр отвору виконаний з параметрами  $\text{Ø}255\text{H}7 (+0,063; 0)$ . Довжина отвору 32 мм. Ставлення  $l / d \ll 1$ , що свідчить про можливість використання отвори як подвійної опорної бази.

Шорсткість базових поверхонь.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Шорсткість поверхні, зазначена на кресленні для діаметра Ø225H7 та торцю відповідає за критерієм Ra 1,6 мкм, що є достатнім досягнення необхідної точності на даній операції.

У проектованому пристосуванні планується обробляти заготовки з базовими поверхнями саме такими або в межах  $\pm 10$  мм розмірів з вказаними параметрами точності. Іншими словами, адаптивні властивості настановних елементів пристосування повинні знаходитися в межах допусків зазначених розмірів.

Визначення умов в яких буде виготовлятися і експлуатуватися проектоване пристосування.

Річна програма випуску визначена в 500 деталей. Така програма з урахуванням трудомісткості передбачає дрібносерійний тип виробництва. Але проектування даного пристосування проводиться в навчальних цілях.

Заготівля буде оброблятися на багатоцільовому верстаті з системою FANUC. Верстат призначений для обробки деталей складної конфігурації зі сталі, чавуну, кольорових і легких металів, а також інших матеріалів. Поряд з фрезерними операціями на верстаті можна робити точне свердління, розточування, зенкування і розгортання отворів. Паспортні дані верстата наведені в пункті.

Обробка на даній операції здійснюється свердлами, цековками і зенківками, а також мітчиком. Пристосування має обслуговуватися верстатником 4-го розряду.

Складання переліку реалізованих функцій

0. Переміщення і попередня орієнтація заготовки.

1. Базування заготовки.
2. Закріплення заготовки.
3. Базування пристосування на верстаті.
4. Закріплення пристосування на верстаті.
5. Підведення і відведення енергоносія.
6. Освіта вихідної сили для закріплення.
7. Управління енергоносієм.
8. Об'єднання функціональних вузлів (корпус).

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

9. Обробка поверхонь згідно ескізу.

10. Створення безпечних умов праці.

Розробка та обґрунтування схеми базування виконано у розділі 6.2.

Остаточний аналіз структури зв'язків зробимо, побудувавши таблицю односторонніх зв'язків, використовуючи систему координат на рис. 7.1.

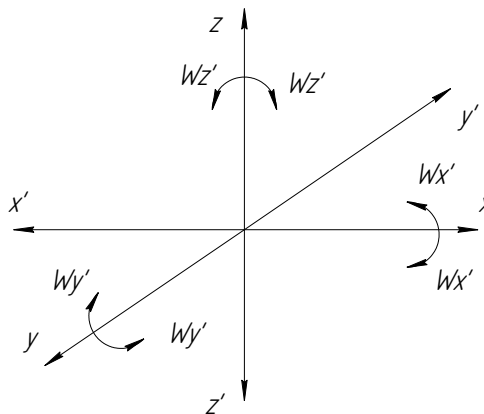


Рисунок 7.1 - Система координат

Таблиця 7.1 – Таблиця односторонніх зв'язків

Індекс зв'язку		X	X'	Y	Y'	Z	Z'	$\omega_x$	$\omega_x'$	$\omega_y$	$\omega_y'$	$\omega_z$	$\omega_z'$
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	R

З таблиці 7.1 видно, що на заготовку накладено 11 односторонніх зв'язків, причому усі повні, що обумовлено відсутністю зазору між деталлю і пристроєм.

Щоб система стала врівноваженою під час обробки, необхідно позбавити заготовку можливості переміщатися по координаті Z.

Побудова функціональної структури і загальної компоновки пристрою.

З набору функцій, наведених у п.5, виділимо ті, які реалізуються в перебігу оперативного часу: 0,1,2,5,6,7. 3,4 Функції впливають на підготовчо-заклучний час; 9 функція прямого впливу на штучний час не робить.

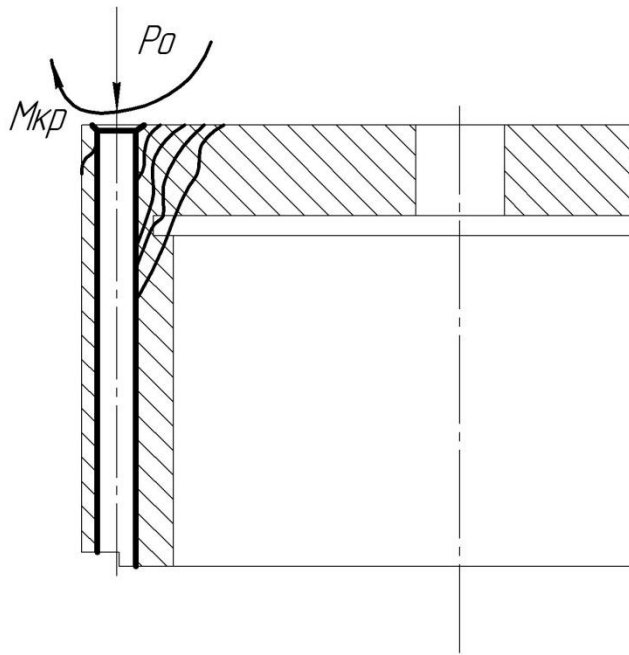


Рисунок 7.3 – Структура поля збурюючих сил

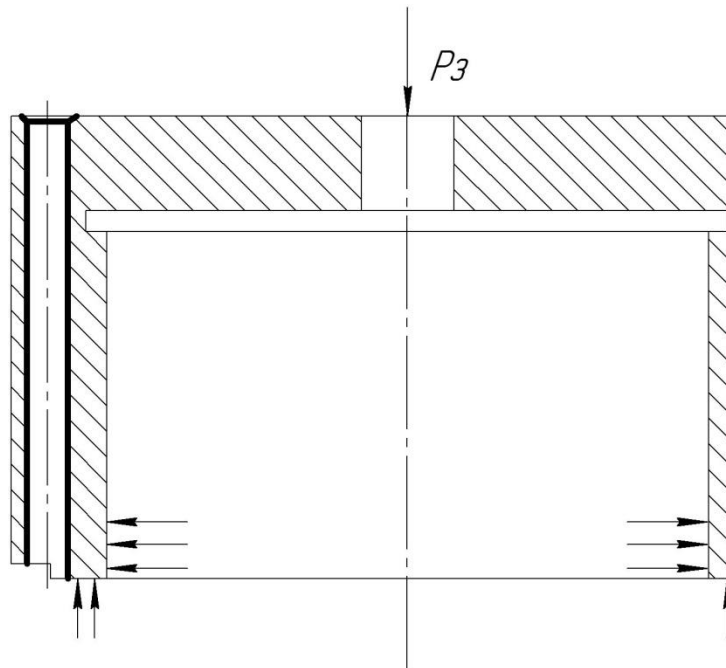


Рисунок 7.4 – Структура поля стабілізуючих сил

Силкові потоки, що виникають при обробці, створюють напруження кручення та стиснення по об'єму деталі.

Але через її жорстку конструкцію в таких умовах не виникає особливих вимог до структурної однорідності силових полів.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 22510132–00 ПЗ

Лист

50

## Розрахунок сил закріплення

Розрахуємо коефіцієнт запасу за формулою з [12]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad , \quad (7.1)$$

де  $k_0$  - коефіцієнт гарантованого запасу.  $k_0 = 1,5$ ;

$k_1$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях ( $k_1 = 1,1$ );

$k_2$  – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання внаслідок затуплення ріжучого інструменту ( $k_2 = 1,6$ );

$k_3$  – коефіцієнт, що враховує збільшення сил різання при переривчастому різанні ( $k_3 = 1$ );

$k_4$  – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення механізму ( $k_4 = 1,2$ );

$k_5$  – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних ЗМ ( $k_5 = 1$ );

$k_6$  - коефіцієнт враховує моменти, що прагнуть повернути заготовку;

Іншим способом силу на штоку пневмоциліндра визначаємо за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta$$

Тоді площа поршня дорівнюватиме:  $D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P \cdot \eta}}$

де  $D$  - діаметр поршня;

$P = 0,4$  МПа – тиск у мережі;

$\eta = 0,8$  - КПД пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 6444}{\pi \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,8}} = 0,123 = 123 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр найближчого більшого стандартного поршня:  $D=125$  мм.

Робимо перерахунок сили, що виникає на штоку та сили закріплення.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Сила, що виникає на штоку:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 125^2}{4} \cdot 0,63 \cdot 0,85 = 13268 \text{ Н.}$$

Сила закріплення:

$$W = 1,5 \cdot Q = 1,5 \cdot 13268 = 18914 \text{ Н.}$$

Точнісіні розрахунки пристрою.

Перш ніж приступити до розрахунку точності, визначимо розрахункові параметри, які більшою мірою впливають на досягнення заданих допусків обробляє деталі. При обробці заданої деталі на операції до розрахунковим параметрам слід віднести жорсткий допуск на кресленні  $192 \pm 0,2$  мм.

Деталь базується на даній операції по поверхні  $\varnothing 180$  тобто можна говорити про те що технологічна та вимірювальна бази збігаються.

Визначимо допустиму похибку на паралельність за формулою [14]:

$$\varepsilon_{np} = T - K_T \cdot \sqrt{(K_{T1} \cdot \varepsilon_{\sigma})^2 + \varepsilon_z^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_n^2 + \varepsilon_u^2 + (K_{T2} \cdot \omega)^2 + \varepsilon_{noz}^2}, \quad (7.7)$$

де  $T$  - допуск розміру  $T_{192} = 0,4$  мм = 400 мкм;

$K_T$  - коефіцієнт, що враховує можливе відступ від нормального розподілу окремих складових, приймаємо  $K_T = 1,2$ ;

$K_{T1}$  - коефіцієнт, який враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування, що приймається до уваги, коли похибки базування не дорівнюють нулю, в даному випадку  $K_{T1} = 0,85$ ;

$\varepsilon_{\sigma}$  - похибка базування заготовки,  $\varepsilon_{\sigma} = 0,2$  мм = 200 мкм (визначена раніше).

$\varepsilon_z$  - похибка закріплення заготовки, тому привід механізований і похибка закріплення буде постійною, то враховуємо її один раз при налаштуванні верстата, приймаємо = 0;

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



$\varepsilon_y$  - похибка установки пристрою на верстаті, враховує зазори між установочними елементами пристосування і посадочними елементами верстата (шпонками). Але величина зазору на похибку отримуваних розмірів не впливає, так як вони вимірюються в різних напрямках.

$\varepsilon_n$  - похибка перекосу інструменту. Обробка вестиметься з зацентровкою, тому похибка перекосу = 0.

$\varepsilon_u$  похибка, що виникає внаслідок зносу настановних елементів пристосування. Величина зносу залежить від програми випуску деталей і форму настановної поверхні.

$K_{T2}$  - коефіцієнт, що враховує ймовірність появи похибки обробки, приймаємо за рекомендаціями [11]  $K_{T2} = 0,6$ ;

$w$  - середня економічна точність обробки, по [14] при фрезеруванні площин середня економічна точність - 11 квалітет. Отже в розрахунках приймаємо допуск по 11-му квалітету тобто  $w = 100$  мкм;

$\varepsilon_{noz}$  - похибка позиціонування верстата. З паспорта верстата 2 мкм.

Виконуємо розрахунок допустимої похибки пристосування, яку не можна перевищити при виготовленні його деталей і їх складанні.

$$\varepsilon_{np} = 400 - 1,2 \cdot \sqrt{(0,85 \cdot 0)^2 + 0^2 + 10^2 + 0^2 + 2^2 + (0,6 \cdot 11)^2 + 0^2} = 400 - 178 = 222 \text{ мкм}$$

За [11] приймаємо допуск площинності настановних елементів пристосування  $T=200$  мкм

Отже, на кресленні пристосування проставляємо допуск площинності настановних елементів рівний 0,2 мм.

Пристосування у збірці має задовольняти технічним вимогам креслення загального вигляду і забезпечувати якісну обробку заготовки по заданих розмірах.

Пристрій складається з плити під якою змонтована пневмокамера і на якій встановлено стакан. При подачі стисненого повітря в і верхню порожнину

відбувається закріплення заготовки. Подача повітря здійснюється через триходовий розподільний кран. При відключенні подачі повітря по-засобом перемикання триходового крана відбувається процес розкріплення заготовки за допомогою пружини.

Специфікація на верстатний пристрій наведена в додатку В.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

## ВИСНОВОК

У ході виконання дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт:

Проведено аналіз службового призначення виробу, вузла виробу редуктора та деталі – кришка піджимна. Крім того, виконано опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації.

Здійснено аналіз технічних вимог на виготовлення деталі, де проаналізовано матеріал деталі, точність розмірів та шорсткості, що висувається до деталі.

Визначено тип виробництва – дрібносерійний (при річному випуску деталей 500 штук) та організаційні умови роботи. Крім цього, було визначено такт виробництва, який становив 34 штуки.

Зроблено вибір методу отримання заготовки та розрахунок заготовки, отриманої обраним методом – лиття в піщані форми. В результаті розрахунків отримали заготівлю з мінімальними припусками. Також за результатами розрахунку заготівлі було спроектовано креслення заготовки із технічними вимогами.

Здійснено аналіз технологічної операції технологічного процесу. Для аналізу було взято операції токарна з ЧПК та комплексна на оброблювальному центрі з ЧПК.

Розраховано режими різання. Для свердління отворів та точіння зовнішньої поверхні режими різання вважають аналітичним способом. Також наведено нормування технологічної операції.

Крім того, було проаналізовано схему базування заготівлі. В результаті прийнято закріпити деталь у спеціальній пристрій, у якому заготівля буде позбавлена п'яти ступенем свободи.

Також для операцій було обрано необхідні ріжучі інструменти.

Також для зубодовбальної операції було розроблено операційне налагодження.

					ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування: навч. посіб. / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко. – Київ: НУХТ, 2018. – 195 с.

2. Добрянський, С. С. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.

3. Мазур, М. П. Основи теорії різання матеріалів : підручник / М. П. Мазур, Ю. М. Внуков, В. Л. Доброскок, В. О. Залога та ін.; під заг. ред. М. П. Мазура. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів : Новий Світ-2000, 2011. – 422 с.

4. Петров, О. В. Технологічна оснастка : навчальний посібник / О. В. Петров, С. І. Сухоруков. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 123 с.

5. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 1 [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю. В. Петраков, С. В. Сохань, В. К. Фролов, В. М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 288 с.

6. Технології виготовлення деталей складної форми. Частина 2 [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технології машинобудування» та освітньо-наукової програми «Технології машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; Ю.В.Петраков, С.В. Сохань, В.К. Фролов, В.М. Кореньков. – Електронні текстові дані. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 102с.

7. Паливода Ю. Є. Технологія оброблення корпусних деталей : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, Ів. Б. Гевко. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 156 с.

										Лист
										56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 22510132–00 ПЗ

8. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення важелів та вилок : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ , 2013. – 56 с.

9. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення валів : навчальний посібник / Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла. – Тернопіль : ТНТУ , 2016. – 198 с.

10. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. – 148 с.

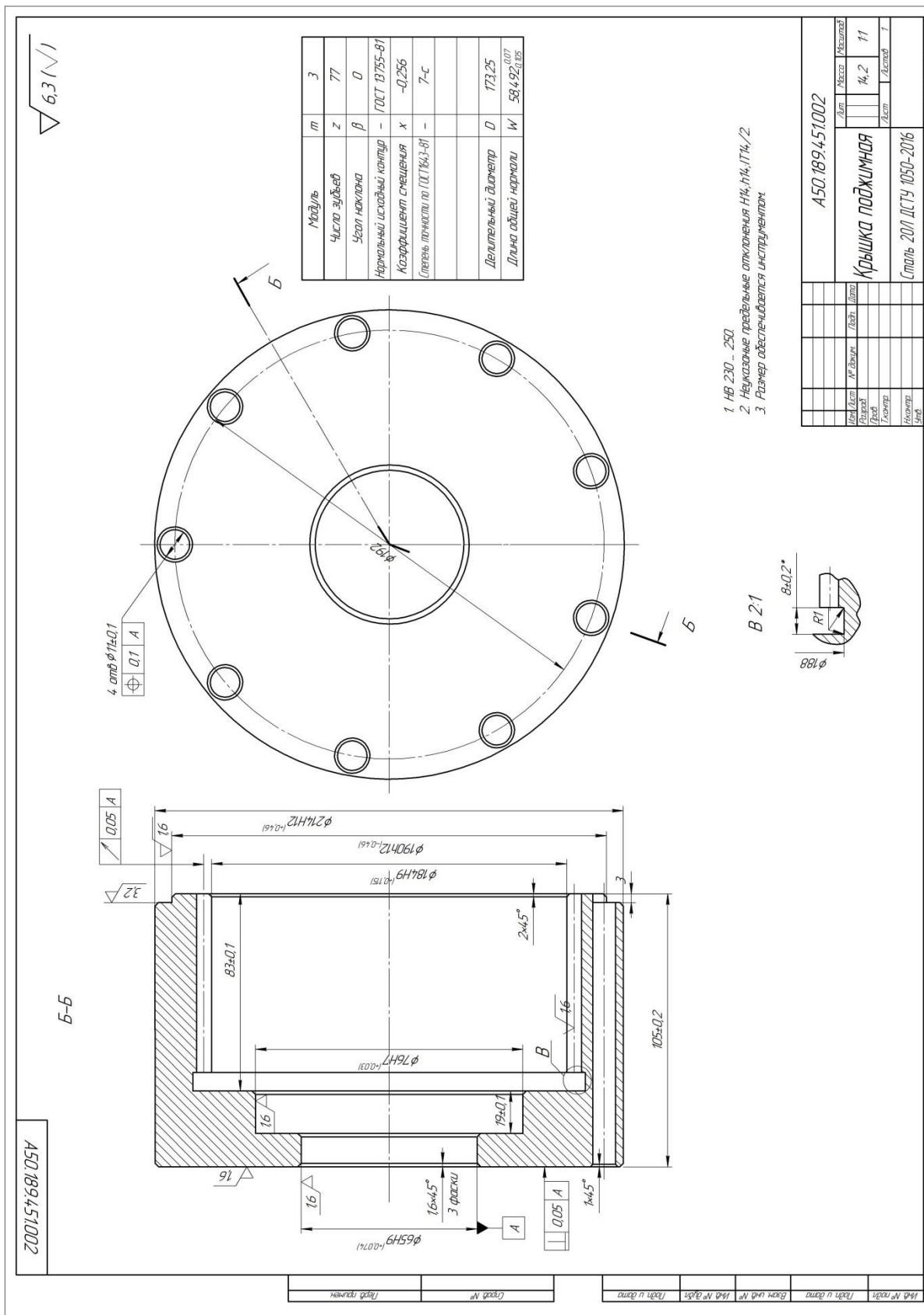
11. Паливода Ю.Є. Технологія оброблення зубчастих коліс : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія» / укладачі : Ю. Є. Паливода, Ю. Б. Капаціла, І. Г. Ткаченко. – Тернопіль : ТНТУ, 2016. – 136 с.

12. Паливода, Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Ю. Є. Паливода, А. Є. Дячун, Р. Я. Лещук. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

13. Приходько, В. П. Розмірне моделювання та аналіз технологічних процесів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / В. П. Приходько ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 249 с.

14. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. — К.: Основа, 2006 — 448 с.

# ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 22510132-00 ПЗ

## ДОДАТОК Б

### РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ПРИПУСКІВ

РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ НА ДИАМЕТРАЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ

Программа - 'prip' ver.7.1

СумГУ. Вычислительный центр факультета ТЕСЕТ

20.05.2024

Расчет выполнен для Бугайов группа - ТМ-01-2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

обрабатываемая поверхность - внутренняя цилиндрическая  $\phi$  76+0.030  
0

Наименование перехода или операции маршрута обработки поверхности	Обозначение точности	Предельные отклонения, мм	Элементы припуска, мкм				
			шероховатость Rz (i-1)	дефект слой h (i-1)	простр отклон p (i-1)	погрешность базир ЕБ (i)	закр. Ез (i)
Литье	ГОСТ 24685-89	+2.00 -2.00	-	-	-	-	-
Chernovay	квалитет 14 +0.74 0	+0.74 0	250	1000	2119	500	500
Polychistovay	квалитет 9 +0.074 0	+0.074 0	125	240	127	200	100
Chistovay	квалитет 7 +0.030 0	+0.030 0	20	125	105	0	0

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА :

Расчетные значения			Принятые значения, мм							
припуск, мкм		расчетный размер, мм	расчетный размер	номинальный размер с предельными отклонениями	предельный размер		припуск, мкм			
мини	расч.				мини-мальный	макси-мальный	миним	расч.	макс.	
-	-	69.232	69	69	+2.000 -2.000	69.0	68.0	-	-	-
968	1968	71.25	71	71	+0.74 0	71.0	70.4	1400	1340	1430
145	1875	73.75	73.75	73.7	+0.074 0	73.7	73.774	270	900	1055
50	655	76	76	76	+0.030 0	76.0	76.030	145	170	373

К О Н Е Ц    Р А С Ч Е Т А

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТМ 22510132-00 ПЗ

Лист

59

## ДОДАТОК В

### СПЕЦИФІКАЦІЯ ДО ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №	A1			ТМ 22510132-07-01.00.00 СБ	Складальне креслення	1		
					<i>Документація</i>			
						<i>Складальні одиниці</i>		
	A4	1		ТМ 22510132-07-01.01.00	Повітроприймач	1		
	A4	2		ТМ 22510132-07-01.02.00	Пневмоциліндр	1		
					<i>Деталі</i>			
	A4	3		ТМ 22510132-07-01.00.01	Штак	1		
	A3	4		ТМ 22510132-07-01.00.02	Фланець	1		
	A3	5		ТМ 22510132-07-01.00.03	Корпус	1		
	A3	6		ТМ 22510132-07-01.00.04	Важіль	3		
	A4	7		ТМ 22510132-07-01.00.05	Планшайба	1		
	A3	8		ТМ 22510132-07-01.00.06	Втулка	1		
	A4	9		ТМ 22510132-07-01.00.07	Гвинт	3		
	A4	10		ТМ 22510132-07-01.00.08	Планка	3		
	A3	11		ТМ 22510132-07-01.00.09	Кулачок	3		
A4	12		ТМ 22510132-07-01.00.10	Вісь	3			
A3	13		ТМ 22510132-07-01.00.11	Повзун	3			
A4	14		ТМ 22510132-07-01.00.12	Шпонка	2			
A4	15		ТМ 22510132-07-01.00.13	Пружина	3			
				<b>ТМ 22510132-07.01.00</b>				
	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Инд. № подл.	Разраб.	Бугайов			Верстатний пристрій для комплексної з ЧПК операції	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Нешта				Д/П	1	2
	Нконтр.	Евтухов			СумДУ, гр.ТМ-01-2			
	Утв.	Іванов						
					Копіював	Формат А4		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТМ 22510132-00 ПЗ





## ДОДАТОК Г

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів

Проведемо аналіз умов праці в механоскладальному цеху Сумського державного університету, де виготовляється деталь «Кришка піджимна».

Даний аналіз проводимо з використанням нормативних правових актів, до яких відносяться:

- стандарти системи безпеки (ССБТ);
- будівельні норми і правила (СНиП);
- санітарні норми і правила (Санпін);
- міжгалузеві правила по охороні праці;
- галузеві правила з охорони праці;
- міжгалузеві і галузеві організаційно-методичні документи (положення, методичні вказівки, рекомендації);
- типові галузеві інструкції з охорони праці;
- інструкції з безпеки.

Технологічний процес обробки деталі «Кришка піджимна» здійснюється на ділянці, розміщеній у механічному цеху, зібраному з типових секцій висотою 5 м.

У технологічному процесі обробки деталей задіяні наступні верстати та обладнання:

- токарні верстати;
- координатно-розточні верстати;
- фрезерні верстати;
- сведлильні верстати;
- комплексний оброблюваний центр із ЧПК.

Тип виробництва – багатомономенклатурний. Обладнання розставлено за груповою ознакою.

						ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			62

Для транспортування і зберігання деталей, заготовок і відходів виробництва використовується тара-контейнери, виготовлені відповідно до ГОСТ 14861. Згідно ГОСТу контейнери використовуються для заготовок і деталей: Тара1-1-100-80.

Установка заготовок на верстатах при обробці на токарних, координатно-розточувальних верстатах проводиться в стандартних умовах – 3-х кулачкових патронах і лещатах відповідно. Крім того на координатно-розточний і багатоцільовий операції, застосовуються для установки та закріплення заготовок спеціальні пристосування з гідроприводом, що працюють при тиску в мережі 0,4 МПа. При встановленні заготовки в пристосування застосовується кран-балка вантажопідйомністю  $Q=1$ т. Ця ж кран-балка застосовується для установки пристроїв на верстаті. Маса пристосування на операції до 30 кг. На контрольній операції використовується спеціальне пристосування масою 30 кг встановлення якого також здійснюється за допомогою кран-балки.

Ріжучий інструмент застосовується в основному стандартний, але є й спеціальні різці, використовувані на токарних і розточувальних операціях. На токарних операціях інструмент здійснює зворотно-поступальний рух, а при фрезеруванні - обертальний рух. При контролі на робочому місці і столі ВТК в якості вимірювального інструменту застосовується стандартний – шкальний та граничний інструмент.

Аналіз виробничого ділянки дозволяє виділити наступні потенційні небезпеки і шкідливості:

- можливість контакту з рухомими частинами обладнання (пересуваються столом, супортом, обертовим інструментальним магазином);
- можливість контакту з рухомим технологічним транспортом;
- можливість падіння заготовки при встановленні і знятті її з верстата в результаті відсутності схеми стропування;
- можливість появи небезпечної зони при транспортування тари, пов'язана з відсутністю маршруту переміщення або його порушенням;

										Лист
										63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

– руйнування конструкцій інструменту, в результаті перевищення навантажень гранично допустимих значень;

– розкріплення деталі в пристосуванні з пневмоприводом під час її обслуговування на координатно-розточувальному верстаті з ЧПК з-за раптового припинення підведення повітря (при відмові компресора).

– замикання електричного ланцюга на металеві нетоковедущие частини обладнання в результаті порушення цілісності ізоляції струмоведучих частин; По пожежної небезпеки приміщення проектованої ділянки відноситься до категорії «Д», тобто в приміщенні використовуються негорючі речовини і матеріали в холодному стані. Обладнання підключається до електричної мережі з трифазним струмом напругою 380 В і частотою 50 Гц.

– недостатня освітленість робочого місця при обробці поверхонь; Освітлення виробничого приміщення здійснюється природним і штучним світлом. Природне освітлення здійснюється за комбінованою схемою: через світлові отвори в бічних стінах і світлоаераційних ліхтарях. Загальне штучне освітлення здійснюється світильниками з лампами денного світла, застосування яких дозволено ДБН В.2.5-28-2006 [11]. Для місцевого освітлення застосовуються світильники, встановлені безпосередньо на робочому місці.

– контакт робочого, при виконання технологічних операцій (контроль, встановлення і зняття деталі), з гострими кромками, задирок на поверхнях заготовок;

– контакту робітника, при виконанні технологічних операцій (під час механічної обробки) з вилітає стружкою, утвореної в процесі різання;

– контакту робітника, при виконанні технологічних операцій (контроль, встановлення і зняття деталі), з поверхнями обладнання, заготовок, інструментів, що мають підвищену температуру в результаті виділення тепла при різанні і при терті контактуючих поверхонь;

– підвищений сумарний рівень шуму при спільній роботі обладнання;

						ТМ 22510132–00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			64

- підвищення вібрації обладнання через переривчастих процесів різання;
- запиленість і загазованість повітря робочої зони пилом і парами речовин, що утворюються при випаровуванні ЗОР.

Як МОР при обробці заготовок на ділянці використовується 5% розчин «Аквол-2». До її складу входять ПАР з додаванням мінеральних масел та інгібіторів корозії. Дана ЗОР має малу токсичність, не володіє дратівливою дією і не є активним джерелом забруднення повітря. ЗОР відноситься до 4-му класу небезпеки.

Виконувані робітниками на ділянці операції відносяться до робіт середньої важкості, категорія 2-б. Категорія зорових робіт за ДБН В.2.5-28-2006 від малої, середньої точності на чорнових операціях, до високої точності на чистових і контрольних операціях.

При обробці деталей, матеріалом яких є в'язка сталь, утворюється зливна стружка на токарних операціях і елементна стружка при фрезеруванні. На чорнових операціях при обробці по кінці утворюється пил від окалини з розмірами частинок від 2 до 60 мкм. На робочому місці забирається стружка з устаткування з допомогою гачка і шляхом змітання за допомогою щіток. Навколо устаткування і робочого місця забирається стружка допоміжними робітниками в контейнери, які потім транспортуються у відведене місце в цеху для подальшого вивезення.

Виконувані робітниками на ділянці операції відносяться до робіт середньої тяжкості, категорія II-б. Категорія зорових робіт по ДБН В.2.5-28-2006 від малої, середньої точності на чорнових операціях, до високої точності на чистових і контрольних операціях.

Для розроблення організаційних заходів, що забезпечують безпечні умови праці на ділянці з виробництва деталі типу корпус виконаємо порівняння допустимих та фактичних величин температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень шляхом порівняння показників у таблицях.

										Лист
										65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Відповідно до вимог техніки безпеки, викладеними в стандартах ГОСТ 12.3.002-2014 ССБТ. «Процеси виробничі. Загальні вимоги безпеки» в дипломному проекті передбачається комплекс таких заходів:

– для запобігання контакту робочого з рухомими частинами обладнання, передбачити відповідно до застосування додаткових захисних пристроїв, відповідних вимогам. Це, зокрема, додаткові огороження, що закривають рухомі частини обладнання (супорт, стіл, інструментальний магазин верстата);

– для забезпечення безпечного руху наземного транспорту транспортні шляхи встановлюються відповідно до СНиП 2.05.02 і повинні відповідати вимогам;

– для запобігання падінню заготовки при установці і знятті її з верстата розробити схему стропування;

– при транспортуванні тари, розробити маршрут переміщення і розташувати його на видному місці;

– відповідно до в комплекті до верстатного обладнання передбачити запобіжні пристрої (запобіжні патрони, оправки), що захищають від перевантаження, здатної викликати поломку інструменту і травмування працюючих;

– відповідно до в комплекті до пристосування з гідроприводом передбачити запобіжні пристрої - зворотні клапани для запобігання розкріплення деталей при раптовому припиненні подачі масла;

– для запобігання замикання через тіло людини електричного кола з підвищеним значенням напруги відповідно до передбачаються наступні заходи: підключення виробничого обладнання до заземлювального пристрою; наявність подвійної або посиленої ізоляції з пробивним напругою не менше 4000 В; на кожному робочому місці близько верстата повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони, а за шириною не менше 0,6 м від частин верстата. Передбачається також застосування засобів індивідуального захисту (гумові калоші, килимки);

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ТМ 22510132–00 ПЗ

